Sistem Presensi Kerja Hibrida Berbasis Pengenalan Wajah CNN dan Geofencing

Alif Dwi Rahman[*1], Andry Maulana[2]

[1,2]Program Studi Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Nusa Mandiri, Jakarta

e-mail: [1]alifdwirahman.alf@gmail.com, [2]andry.ayz@nusamandiri.ac.id

Abstrak

Data Polis (PT Data Teknologi Terintegrasi) menerapkan pola kerja hybrid dengan komposisi tiga hari Work From Office dan dua hari Work From Home, sementara pencatatan kehadiran masih bergantung pada mesin sidik jari yang mengharuskan karyawan hadir secara fisik di kantor. Akibatnya, sekitar 40% jam kerja mingguan tidak terekam, praktik titip absen sulit dicegah, dan data kehadiran tidak disertai validasi lokasi. Penelitian ini merancang, membangun, dan menguji sistem presensi berbasis web yang memadukan pengenalan wajah menggunakan model pre-trained Convolutional Neural Network dengan verifikasi lokasi berbasis geofencing. Metode penelitian yang digunakan adalah Research and Development dengan model pengembangan Waterfall. Sistem dibangun sebagai Progressive Web App yang dipasangkan dengan REST API dan basis data PostgreSQL sehingga tidak menuntut perangkat keras tambahan. Verifikasi identitas berlangsung secara contactless melalui pencocokan face embedding dengan jarak Euclidean pada recognition threshold 0,5, sedangkan keabsahan lokasi dihitung menggunakan rumus Haversine terhadap radius kantor. Pengujian performa dengan K6 pada beban 50 Virtual Users menghasilkan 13.600 permintaan HTTP dengan laju 56,2 permintaan per detik, waktu respons rata-rata 10 ms, dan tingkat kegagalan 0%. Pengujian keamanan dengan OWASP ZAP tidak menemukan kerentanan kategori High maupun Critical, dan User Acceptance Testing terhadap enam belas use case memperoleh hasil berhasil pada seluruh butirnya.

Kata kunci— *Research and Development, pre-trained CNN, geofencing, face recognition, presensi hybrid*

Abstract

Data Polis (PT Data Teknologi Terintegrasi) applies a hybrid working pattern of three days Work From Office and two days Work From Home, while attendance is still recorded by a fingerprint machine requiring physical presence at the office. Consequently, around 40% of weekly working hours go unrecorded, buddy punching is difficult to prevent, and attendance data carries no location validation. This research designs, builds, and tests a web-based attendance system combining facial recognition using a pre-trained Convolutional Neural Network model with geofencing-based location verification. The research method is Research and Development with the Waterfall development model. The system was built as a Progressive Web App with a REST API and PostgreSQL database, requiring no additional hardware. Identity verification runs contactlessly through face embedding matching using Euclidean distance at a recognition threshold of 0.5, while location validity is computed using the Haversine formula against the office radius. Performance testing with K6 with 50 Virtual Users produced 13,600 HTTP requests at 56.2 requests per second, an average response time of 10 ms, and a 0% failure rate. Security testing with OWASP ZAP found no High or Critical vulnerabilities, and User Acceptance Testing across sixteen use cases passed on every item.

Keywords— *Research and Development, pre-trained CNN, geofencing, face recognition, hybrid attendance*

1. PENDAHULUAN

Pola kerja hibrida, yakni gabungan antara bekerja dari kantor (*Work From Office*/WFO) dan bekerja dari rumah (*Work From Home*/WFH), menuntut sistem pencatatan kehadiran yang tidak lagi bergantung

pada satu lokasi fisik, namun tetap mampu memastikan keabsahan identitas sekaligus lokasi karyawan ketika melakukan presensi.

Data Polis (PT Data Teknologi Terintegrasi) merupakan perusahaan media digital di bidang perasuransian dan manajemen risiko yang berkedudukan di Jakarta Timur, dengan 19 karyawan pada divisi Development, Operations, dan Marketing serta skema kerja tiga hari WFO dan dua hari WFH. Berdasarkan observasi dan wawancara dengan bagian *Human Resource* pada April 2026, pencatatan kehadiran masih mengandalkan mesin sidik jari di kantor, sehingga dua hari WFH yang setara sekitar 40% jam kerja mingguan tidak tercatat dan hanya dikonfirmasi melalui aplikasi percakapan. Rekapitulasi bulanan juga masih dikerjakan secara manual dalam lembar kerja, menghabiskan satu hari kerja dan rawan kekeliruan penyalinan. Sistem absensi berbasis *website* dinilai lebih efektif karena kehadiran tercatat otomatis dan dapat dipantau secara *real-time* [1].

Teknologi pengenalan wajah menjadi pendekatan yang menjanjikan untuk mengatasi manipulasi kehadiran karena biometrik wajah menekan peluang titip absen [2]. Adapun *geofencing* merupakan mekanisme yang melacak posisi suatu objek secara otomatis dan melaporkan ketika objek tersebut keluar atau masuk area virtual yang telah ditetapkan, misalnya area kantor [3]. Pengenalan wajah saat ini umumnya berlandaskan *Convolutional Neural Network* (CNN), yakni arsitektur *deep learning* yang mengolah citra secara berjenjang melalui lapisan konvolusi, *pooling*, dan *fully connected*. Perbandingan model *pre-trained* CNN seperti VGG16, ResNet, dan InceptionV3 pada sistem absensi karyawan menunjukkan bahwa pemilihan arsitektur yang tepat menghasilkan akurasi tinggi [4], sedangkan kajian perbandingan pustaka pengenalan wajah menunjukkan bahwa kebutuhan sumber daya komputasi turut menentukan kelayakan penerapan pada perangkat berspesifikasi rendah [5].

Andika dan Wijaya [6] menerapkan model *pre-trained* FaceNet dengan *transfer learning* dan kamera pengawas untuk sistem absensi, dengan tingkat keberhasilan 100% pada pengujian individu berpencahayaan memadai, namun menurun pada kondisi redup maupun berkelompok, dan belum menyertakan validasi lokasi. Wijaya dkk. [7] serta Ramdhani [8] membangun sistem presensi berbasis CNN yang juga berfokus pada verifikasi identitas semata. Rikki dan Sinaga [2] memadukan pemindaian wajah dengan *Global Positioning System*, namun sistemnya berbentuk aplikasi *mobile* yang harus dipasang pada perangkat pengguna. Dengan demikian, belum tersedia sistem yang menggabungkan verifikasi identitas berbasis CNN dan validasi lokasi berbasis *geofencing* dalam aplikasi web yang dapat langsung diakses melalui peramban tanpa pemasangan aplikasi maupun penambahan perangkat keras.

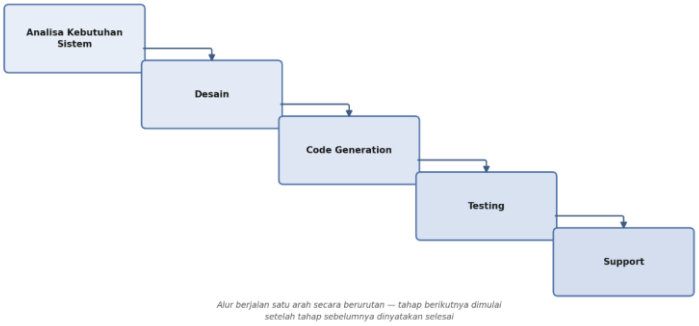
Penelitian ini bertujuan merancang, membangun, dan mengevaluasi sistem presensi berbasis web yang memadukan model *pre-trained* CNN untuk pengenalan wajah dengan *geofencing* untuk verifikasi lokasi di Data Polis. Kontribusi penelitian ini meliputi integrasi kedua mekanisme dalam satu alur presensi tanpa perangkat keras tambahan, penetapan parameter *recognition threshold*, *ambiguity margin*, dan toleransi akurasi GPS yang dapat direplikasi, serta bukti kelayakan melalui empat jalur pengujian pada lingkungan produksi.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D), yaitu metode penelitian untuk menghasilkan sekaligus menguji suatu produk. Data dikumpulkan melalui observasi terhadap sistem presensi yang berjalan di Data Polis, wawancara dengan karyawan dan *supervisor* mengenai kebutuhan serta hambatan dalam skema kerja hibrida, dan studi pustaka terhadap jurnal ilmiah serta buku yang relevan.

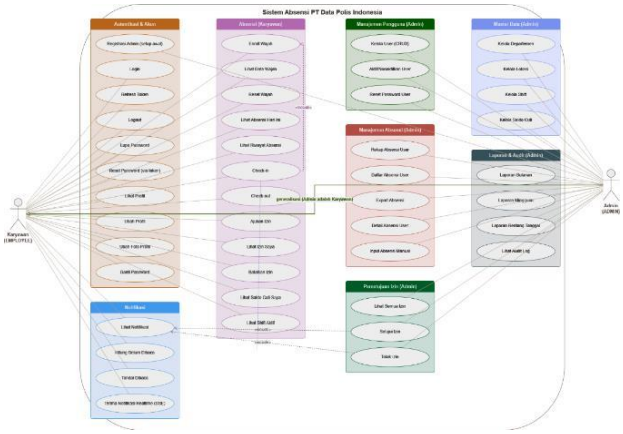
Pengembangan sistem menempuh model *Waterfall* yang menata proses rekayasa perangkat lunak ke dalam tahap berurutan dari penetapan kebutuhan hingga dukungan operasional [9]. Model ini dipilih karena kebutuhan sistem telah jelas sejak awal, yaitu menggantikan mesin sidik jari dengan cakupan enam belas *use case* yang disepakati bersama perusahaan; tidak terdapat proses pelatihan model karena pengenalan wajah memakai model *pre-trained* CNN tanpa *retraining* [10]; serta setiap tahap menghasilkan dokumentasi yang tersusun runut [11]. Tahapan tersebut disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1 Tahapan pengembangan sistem dengan model *Waterfall*

2.2 Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan menghasilkan tiga kelompok kebutuhan. Kebutuhan fungsional karyawan meliputi login, pendaftaran wajah, presensi masuk dan pulang melalui verifikasi wajah dan validasi lokasi, tampilan status kehadiran, riwayat, jadwal kerja, dan saldo cuti, serta pengajuan izin atau cuti. Kebutuhan fungsional administrator meliputi pengelolaan data karyawan, pengaturan lokasi kantor dan jadwal kerja, validasi presensi, pemrosesan izin dan cuti, serta ekspor laporan kehadiran. Kebutuhan non-fungsional meliputi keamanan melalui autentikasi dan otorisasi, kinerja yang stabil dan responsif, serta akses dari perangkat *desktop* maupun *mobile*. Kebutuhan tersebut diterjemahkan menjadi enam belas *use case* dengan aktor Karyawan dan Administrator, sebagaimana ditunjukkan Gambar 2.



Gambar 2 *Use case* diagram sistem presensi

2.3 Arsitektur Sistem

Sistem memisahkan lapisan antarmuka dari lapisan layanan. Lapisan antarmuka terdiri atas dua aplikasi berbasis React.js [12], yaitu Absensi Client berbentuk *Progressive Web App* bagi karyawan yang dapat diakses melalui peramban tanpa pemasangan [13], serta Absensi CMS bagi bagian *Human Resource*. Lapisan layanan berupa REST API dengan basis data PostgreSQL [14] yang ditempatkan pada *Virtual Private Server*, sedangkan kedua aplikasi antarmuka dipublikasikan pada platform *hosting* statis. Akses dibatasi melalui autentikasi *JSON Web Token* [15], dan pemantauan kehadiran secara langsung diwujudkan melalui *Server-Sent Events* sehingga setiap perubahan data presensi seketika tampak pada *dashboard*. Pemodelan sistem menggunakan *Unified Modeling Language* [16].

2.4 Verifikasi Identitas Berbasis CNN

Pengenalan wajah memakai model *pre-trained* CNN dari pustaka face-api.js yang berjalan di atas TensorFlow.js pada sisi peramban. Pada tahap pendaftaran wajah (*facial descriptor enrollment*), citra wajah karyawan diubah menjadi vektor *embedding* dan disimpan dalam bentuk numerik, bukan berkas citra. Pada tahap pencocokan wajah (*face matching*) setiap kali presensi, citra yang baru diambil diubah menjadi vektor *embedding* lalu dibandingkan dengan seluruh data wajah terdaftar menggunakan jarak *Euclidean* pada Persamaan (1).

$$d(a, b) = \sqrt{\Sigma\,(a_i - b_i)^2}\ ,\ \ i = 1 \ldots n \qquad (1)$$

dengan a menyatakan vektor *embedding* citra baru, b vektor *embedding* yang tersimpan, dan n dimensi vektor. *Recognition threshold* sebesar 0,5 menjadi batas jarak terjauh yang masih diterima sebagai identitas sah, sedangkan *ambiguity margin* sebesar 0,05 membatalkan pengenalan ketika dua kandidat terdekat memiliki selisih jarak yang nyaris sama, sehingga sistem tidak keliru memutuskan identitas di antara dua wajah yang mirip.

2.5 Validasi Lokasi Berbasis Geofencing

Keabsahan lokasi presensi ditentukan dengan membandingkan posisi karyawan terhadap area *geofence* setiap kantor yang berstatus aktif [17]. Titik koordinat karyawan diperoleh melalui layanan lokasi perangkat, kemudian jaraknya terhadap titik pusat kantor dihitung menggunakan rumus *Haversine* sebagaimana Persamaan (2) [18].

$$d = 2r \cdot \arcsin\left(\sqrt{\sin^2\left(\frac{\varphi_2 - \varphi_1}{2}\right) + \cos\varphi_1 \cdot \cos\varphi_2 \cdot \sin^2\left(\frac{\lambda_2 - \lambda_1}{2}\right)}\right) \quad (2)$$

dengan φ_1 dan λ_1 menyatakan lintang dan bujur posisi karyawan, φ_2 dan λ_2 lintang dan bujur titik pusat kantor, serta r jari-jari bumi. Presensi dinyatakan sah apabila jarak tidak melampaui radius kantor ditambah toleransi akurasi GPS yang dibatasi paling banyak 150 meter. Apabila karyawan berada di luar seluruh area terdaftar, sistem menolak *check-in* dan menampilkan kantor terdekat beserta jaraknya.

2.6 Rancangan Pengujian

Kelayakan sistem dievaluasi melalui empat pengujian pada lingkungan produksi, yaitu pengujian fungsional dengan metode *Black-Box*, pengujian performa dengan K6 pada beban maksimal 50 *Virtual Users*, pengujian keamanan dengan OWASP ZAP sebagai perkakas *Dynamic Application Security Testing*, serta *User Acceptance Testing* oleh karyawan dan bagian *Human Resource* terhadap enam belas *use case*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Performa

Pengujian performa dilakukan dengan menaikkan jumlah *Virtual Users* secara bertahap hingga 50 pengguna, mempertahankannya selama periode pengujian, lalu menurunkannya kembali. Ringkasan metrik hasil pengujian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Rangkuman metrik pengujian performa

Metrik	Nilai
Virtual Users maksimum	50
Total permintaan HTTP	13.600
Laju permintaan	56,2 permintaan/detik
Durasi respons rata-rata	10 ms
Durasi respons persentil 95	21 ms
Durasi respons persentil 99	32 ms
Data diterima	18,3 MB
Data dikirim	5,03 MB
Tingkat kegagalan permintaan	0%

Sumber: Hasil Penelitian Tahun 2026

Waktu respons rata-rata 10 ms, dengan 95% permintaan selesai di bawah 21 ms dan 99% di bawah 32 ms, menunjukkan bahwa layanan merespons dengan cepat dan stabil. Tingkat kegagalan 0% pada 13.600 permintaan menunjukkan tidak ada permintaan yang ditolak maupun mengalami galat. Beban 50 *Virtual Users* memberikan ruang sekitar 2,6 kali jumlah karyawan Data Polis yang berjumlah 19 orang, sehingga presensi serentak pada jam masuk kerja tetap tertampung.

3.2 Pengujian Keamanan

Pengujian keamanan dilakukan terhadap aplikasi CMS dan aplikasi client pada lingkungan produksi. Hasil pemindaian menurut tingkat risiko dirangkum pada Tabel 2.

Tabel 2 Perbandingan hasil pemindaian keamanan

Tingkat Risiko	Aplikasi CMS	Aplikasi Client
High	0	0
Medium	4	4
Low	1	1
Informational	5	5
False Positive	0	0
Jumlah endpoint terpindai	23	9

Sumber: Hasil Penelitian Tahun 2026

Pemindaian tidak menemukan kerentanan berkategori *High* maupun *Critical* pada kedua aplikasi. Empat temuan *Medium* pada masing-masing aplikasi seluruhnya terkait konfigurasi *header* keamanan, yaitu *Content Security Policy Header Not Set*, *Missing Anti-clickjacking Header*, *Cross-Domain Misconfiguration*, dan *Sub Resource Integrity Attribute Missing*, sedangkan temuan *Low* berupa *X-Content-Type-Options Header Missing*. Seluruh temuan berada pada *header* respons berkas statis yang dilayani platform *hosting*, bukan pada logika aplikasi maupun *backend* API yang telah menerapkan *header* keamanan melalui *middleware* helmet, sehingga dapat ditutup dengan menambahkan konfigurasi *header* pada platform *hosting*.

3.3 Pengujian Fungsional

Pengujian *Black-Box* disusun berdasarkan deskripsi *use case* dan mencakup jalur normal maupun jalur kegagalan. Rangkuman hasilnya disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Rangkuman hasil pengujian *Black-Box*

Modul	Cakupan Pengujian	Hasil
Autentikasi	Isian kosong, format surel keliru, kata sandi salah, kredensial sah	Sesuai harapan
Pendaftaran Wajah	Pengambilan citra, pembentukan *embedding*, penyimpanan data	Sesuai harapan
Presensi Masuk dan Pulang	Verifikasi wajah, validasi lokasi dalam dan luar radius, presensi ganda	Sesuai harapan
Riwayat dan Status	Penampilan kehadiran hari berjalan dan riwayat pada periode tertentu	Sesuai harapan
Izin dan Cuti	Pengajuan, pembatalan, penampilan saldo cuti	Sesuai harapan
Manajemen Data	Pengelolaan karyawan, lokasi kantor, jadwal kerja	Sesuai harapan
Pelaporan	Rekapitulasi kehadiran dan ekspor berkas	Sesuai harapan

Sumber: Hasil Penelitian Tahun 2026

Seluruh butir pengujian menghasilkan keluaran sesuai rancangan, termasuk penolakan *check-in* ketika karyawan berada di luar radius kantor disertai informasi kantor terdekat beserta jaraknya.

3.4 Pengujian Penerimaan Pengguna

User Acceptance Testing dilaksanakan di kantor Data Polis oleh karyawan selaku pelaku presensi dan bagian *Human Resource* selaku pengelola data kehadiran. Setiap responden menjalankan skenario yang telah disiapkan dan menyatakan hasilnya berhasil atau gagal beserta catatan bila diperlukan. Rangkuman hasil per aktor disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil *User Acceptance Testing*

Penguji	Use Case yang Diuji	Jumlah	Hasil	Catatan
Karyawan	Login, Enroll Wajah, Clock-In, Clock-Out, Lihat Absensi Hari Ini, Lihat Riwayat Absensi, Ajukan Izin, Batalkan Izin, Lihat Saldo Cuti	9	Berhasil	Enroll Wajah perlu diulang pada pencahayaan redup
Human Resource	Manajemen Karyawan, Kelola Lokasi, Kelola Shift, Input Absensi Manual, Setujui Izin, Rekapitulasi Absensi, Export Absensi	7	Berhasil	—

Sumber: Hasil Penelitian Tahun 2026

Seluruh enam belas *use case* memperoleh hasil berhasil, sehingga sistem dinyatakan diterima oleh penggunanya. Satu catatan muncul pada *use case* Enroll Wajah, yakni pengambilan citra perlu diulang ketika pencahayaan ruangan redup.

3.5 Perbandingan terhadap Sistem Berjalan

Perbandingan antara sistem sidik jari yang berjalan dengan sistem usulan disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5 Perbandingan sistem sidik jari dan sistem usulan

Aspek	Sistem Sidik Jari	Sistem Usulan
Verifikasi identitas	Sidik jari, kontak fisik dengan perangkat	Wajah melalui CNN, *contactless*
Validasi lokasi	Tidak tersedia	Geofencing dengan rumus *Haversine*
Perangkat keras	Mesin pemindai khusus di kantor	Perangkat milik karyawan, tanpa tambahan
Pemantauan	Data terbaca setelah diunduh	Real-time melalui *Server-Sent Events*
Rekapitulasi bulanan	Manual, sekitar satu hari kerja	Otomatis dengan fasilitas ekspor berkas
Risiko titip absen	Sulit dicegah	Tertutup melalui verifikasi biometrik wajah

Sumber: Hasil Penelitian Tahun 2026

Sistem usulan menjawab keterbatasan utama mesin sidik jari pada aspek validasi lokasi, kebutuhan perangkat keras, dan pemantauan kehadiran secara langsung. Fasilitas ekspor pada *dashboard* juga menggantikan rekapitulasi manual yang sebelumnya menghabiskan sekitar satu hari kerja setiap bulan.

3.6 Keterbatasan

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, sistem belum dilengkapi *liveness detection* sehingga belum mampu membedakan wajah asli dari foto maupun rekaman video. Kedua, validasi lokasi menolak setiap presensi di luar radius kantor, sehingga kontribusi sistem saat ini terbatas pada hari kerja di kantor, sedangkan presensi pada hari WFH masih memerlukan pengembangan lanjutan. Ketiga, metrik akurasi pengenalan wajah seperti *false acceptance rate* dan *false rejection rate* belum diukur, sehingga klaim ketelitian terbatas pada keberhasilan fungsional selama pengujian, yang juga masih dipengaruhi kondisi pencahayaan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, pembangunan, dan pengujian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem presensi yang memadukan pengenalan wajah berbasis *pre-trained* CNN dan validasi lokasi berbasis *geofencing* berhasil diwujudkan sebagai *Progressive Web App* dengan REST API dan

basis data PostgreSQL, sehingga presensi dapat dilakukan melalui peramban tanpa perangkat keras tambahan.

2. Verifikasi identitas secara *contactless* melalui pencocokan *face embedding* dengan jarak *Euclidean* (*recognition threshold* 0,5 dan *ambiguity margin* 0,05) menutup peluang titip absen, sedangkan validasi lokasi dengan rumus *Haversine* dan toleransi akurasi GPS paling banyak 150 meter menolak presensi di luar area kantor.
3. Dashboard pemantauan dengan *Server-Sent Events* menggantikan proses pengunduhan dan rekapitulasi data mesin sidik jari secara manual.
4. Pengujian performa dengan K6 pada 50 *Virtual Users* menghasilkan waktu respons rata-rata 10 ms dengan tingkat kegagalan 0%, OWASP ZAP tidak menemukan kerentanan *High* maupun *Critical*, serta pengujian *Black-Box* dan *User Acceptance Testing* terhadap enam belas *use case* berhasil seluruhnya.
5. Sistem layak menggantikan mesin sidik jari pada hari kerja di kantor, sedangkan presensi pada hari kerja jarak jauh masih memerlukan pengembangan lanjutan.

5. SARAN

Sejumlah saran berikut dapat dipertimbangkan pada pengembangan selanjutnya:

1. Menambahkan mekanisme *liveness detection* atau *anti-spoofing*, misalnya melalui pemeriksaan kedipan mata maupun gerak kepala.
2. Menyediakan mekanisme presensi bagi hari kerja jarak jauh, misalnya melalui penetapan titik kerja jarak jauh bagi tiap karyawan atau persetujuan presensi luar area oleh bagian *Human Resource*.
3. Mengukur *false acceptance rate* dan *false rejection rate* pada berbagai kondisi pencahayaan untuk melengkapi bukti ketelitian sistem secara kuantitatif.
4. Melengkapi pengujian keamanan dengan *penetration testing* serta menerapkan penyandian dan kebijakan retensi data *face embedding*, mengingat data biometrik dan lokasi tergolong data pribadi spesifik menurut Undang-Undang Nomor 27 Tahun 2022 tentang Pelindungan Data Pribadi.
5. Memperluas cakupan sistem ke proses penggajian dan penjadwalan *shift* otomatis, serta menguji performa pada beban di atas 50 *Virtual Users*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Teknologi Informasi Universitas Nusa Mandiri serta Bapak Achmad Viqih Nurfauzi, S.Kom., selaku Lead Developer Data Polis, atas dukungan yang diberikan selama pelaksanaan penelitian ini, serta kepada Data Polis (PT Data Teknologi Terintegrasi) beserta seluruh karyawannya yang telah memberikan izin riset dan berpartisipasi dalam pengujian sistem pada lingkungan kerja perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Arribe, E., dan Ryandi, M., 2023, Perancangan Sistem Informasi Absensi Fingerprint Berbasis Website PT. Media Andalan Nusa (Andalworks), *Jurnal Ilmiah Informatika*, Vol. 11, No. 02, hal. 143–149, https://ejournal.upbatam.ac.id/index.php/jif/article/view/7462.

[2] Rikki, A., dan Sinaga, N., 2025, Pengembangan Aplikasi Absensi dengan Fitur Pemindaian Wajah dan GPS untuk Verifikasi Kehadiran Otomatis Berbasis Mobile, *Jurnal Multimedia dan Teknologi Informasi (Jatilima)*, Vol. 7, No. 02, hal. 300–315, https://journal.cattleyadf.org/index.php/jatilima/article/view/1496.

[3] Sinha, A., Singh, A., dan Baghel, A., 2023, Review Paper: Smart GPS Geofencing System, *International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology (IJEAST)*, Vol. 7, No. 10, hal. 166–171, https://www.ijeast.com/papers/166-171,%20Tesma0710,IJEAST.pdf.

[4] Insani, M. K., dan Santoso, D. B., 2024, Perbandingan Kinerja Model Pre-Trained CNN (VGG16, ResNet, dan InceptionV3) untuk Aplikasi Pengenalan Wajah pada Sistem Absensi Karyawan, *Jurnal Indonesia: Manajemen Informatika dan Komunikasi (JIMIK)*, Vol. 5, No. 3, hal. 2612–2622, https://doi.org/10.35870/jimik.v5i3.925.

[5] Rizqolima, A. H., dan Widhiantoro, D., 2025, Analisis Perbandingan Algoritma Deepface, YOLO, dan Tensorflow dalam Pengenalan Wajah, *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Vokasi (SNIV)*, Vol. 4, No. 1, hal. 768–777, Politeknik Negeri Jakarta, Depok, https://prosiding.pnj.ac.id/index.php/sniv/article/view/3971.

[6] Andika, G. I. P., dan Wijaya, I. M. H., 2026, Implementasi Pre-Trained Model FaceNet untuk Sistem Absensi Siswa Berbasis Pengenalan Wajah dengan Kamera Pengawas di Lingkungan Kelas, *Informatika: Jurnal Teknik Informatika dan Multimedia*, Vol. 6, No. 1, hal. 266–287, https://journal.politeknik-pratama.ac.id/index.php/JTIM/article/view/1626.

[7] Wijaya, A. M., Samodra, J. E., dan Suyoto, 2023, Sistem Presensi Pegawai dengan Face Recognition Menggunakan Deep Learning CNN, *Jurnal Informatika Atma Jogja*, Vol. 4, No. 2, hal. 163–168, https://ojs.uajy.ac.id/index.php/jiaj/article/view/7660.

[8] Ramdhani, S. G., dan Sela, E. I., 2023, Implementasi Face Recognition untuk Sistem Presensi Universitas Menggunakan Convolutional Neural Network, *Indonesian Journal of Computer Science*, Vol. 12, No. 6, hal. 4098–4108, http://ijcs.net/ijcs/index.php/ijcs/article/view/3498.

[9] Bakti, I., dan Firdaus, M., 2024, *Waterfall: Metode Perancangan Software untuk Pemula*, CV. Media Sains Indonesia, Bandung, https://zenodo.org/records/11216706.

[10] Rahman, S., Ramli, M., Arnia, F., Muharar, R., dan Zen, M., 2021, *Convolutional Neural Networks untuk Visi Komputer*, Deepublish, Sleman.

[11] Maisyaroh, J., 2024, Sistem Informasi Penerbitan Buku Menggunakan Model Waterfall dalam SDLC, *ADA Journal of Information System Research*, Vol. 2, No. 1, hal. 35–43, https://journals.adaresearch.or.id/adajisr/article/view/65.

[12] Lazuardy, M. F. S., dan Anggraini, D., 2022, Modern Front End Web Architectures with React.Js and Next.Js, *International Research Journal of Advanced Engineering and Science*, Vol. 7, No. 1, hal. 132–141, https://irjaes.com/wp-content/uploads/2022/02/IRJAES-V7N1P162Y22.pdf.

[13] Iskandar, E., Buwono, R. C., dan Putri, S. O. N., 2022, Implementasi Progressive Web Apps pada Marketplace, *Jurnal Saintekom*, Vol. 12, No. 2, hal. 158–167, https://ojs.stmikplk.ac.id/index.php/saintekom/article/view/265.

[14] Ünal, H. T., 2023, PostgreSQL Database Management System: ODAK, *Proceedings of the 2023 Innovations in Intelligent Systems and Applications Conference (ASYU)*, IEEE, https://doi.org/10.1109/ASYU58738.2023.10296600.

[15] Astowo, U. B., dan Sujarwo, A., 2023, Penerapan JSON Web Token sebagai Strategi Pengamanan Data pada Aplikasi MultiMasjid, *Innovative: Journal of Social Science Research*, Vol. 3, No. 6, hal. 5279–5292, https://j-innovative.org/index.php/Innovative/article/download/6908/4846/11107.

[16] Anardani, S., 2019, *Perancangan Sistem Berorientasi Objek dengan Pemodelan UML (Unified Modeling Language) Tools*, UNIPMA Press, Madiun, https://eprint.unipma.ac.id/100/.

[17] Utomo, P. B., Wahyudi, D., dan Mujiono, M., 2025, Positioning Systems dan Location-Based Service, *Jurnal Informatika Terpadu*, Vol. 11, No. 1, hal. 20–28.

[18] Purwanto, E., dan Gunadi, 2026, Implementasi Metode Haversine Formula pada Otomasi Registrasi Pelanggan Layanan Internet Berbasis Web, *Technologica*, Vol. 5, No. 1, hal. 185–197, https://journals.gesociety.org/index.php/technologica/article/download/550/321/3229.